

## Jak funguje baterie?

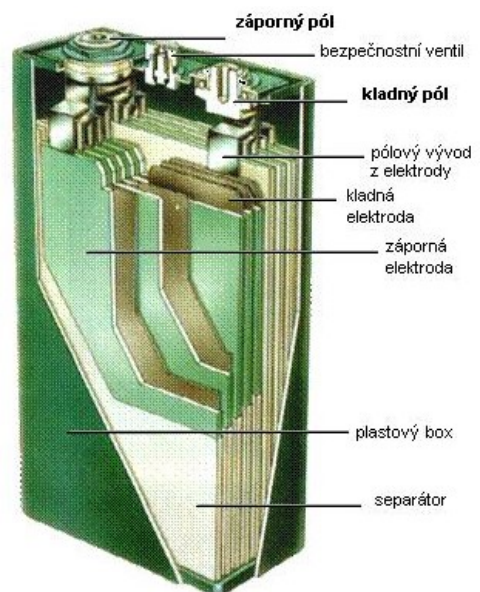
S bateriemi se setkáváme na každém kroku, v nejrůznějších velikostech a s nejrůznějším účelem použití – od pohonu náramkových hodinek po pohon elektromobilu nebo lodě.



Základem baterie je galvanický člunek, což je chemický zdroj elektrického napětí. Tvoří jej dvě elektrody – záporná anoda a kladná katoda – obklopené elektrolytem, tedy kapalným nebo tuhým roztokem vedoucím elektrický proud. Elektrické napětí je dáno rozdílem elektrických potenciálů na elektrodách, což platí nejen pro galvanické články. Elektrický potenciál na elektrodách vzniká v případě galvanických článků chemickou reakcí mezi elektrodou a elektrolytem. Jak je zřejmé, galvanický člunek je zdrojem stejnosměrného napětí.

Po zapojení galvanického člunku do elektrického obvodu probíhají uvnitř člunku chemické reakce, kterými se postupně snižuje elektrická energie uložená v člunku. Člunek se tak vybíjí. Tyto reakce mohou být buď nevratné, při nich se napětí člunku po vybití nedá obnovit (tzv. primární články), nebo vratné, při nichž se člunek dá znovu nabít (tzv. sekundární články neboli akumulátory).

Pro elektrody a elektrolyty se používají takové kombinace chemických látek, aby potenciál vznikající na elektrodách měl dostatečnou velikost a zároveň aby měl člunek další požadované vlastnosti, jako jsou např. trvanlivost nebo dostatečná kapacita. Nejčastěji používanými látkami pro anodu jsou zinek, lithium, kadmium a hydridy různých kovů, pro katodu oxidy různých kovů (například manganu nebo niklu). Jako elektrolyt se používají vodné roztoky alkalických hydroxidů, silných kyselin nebo jejich solí. Kromě toho se používají také bezvodé elektrolyty, které obsahují vhodnou sůl rozpuštěnou v organickém rozpouštědle. Případné další látky v galvanických čluncích regulují chemické reakce tak, aby se dosáhlo potřebných užitečných vlastností člunku – například delší životnost, větší bezpečnost aj.



Li-Pol

NiMH

Fungování galvanického článku ukazuje obrázek na příkladu známého olověného článku, běžně používaného v automobilech. Materiál anody tvoří houbovitě olovo (Pb), materiál katody oxid olovičitý (PbO<sub>2</sub>). Elektrolytem je vodou zředěná kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) o koncentraci přibližně 35 % (u plně nabitého akumulátoru). Vybíjením spolu reagují elektrody na síran olovnatý (PbSO<sub>4</sub>), elektrolyt je ochuzován o kyselinu sírovou a obohacován o vodu – podrobnosti chemických reakcí ukazuje obrázek.

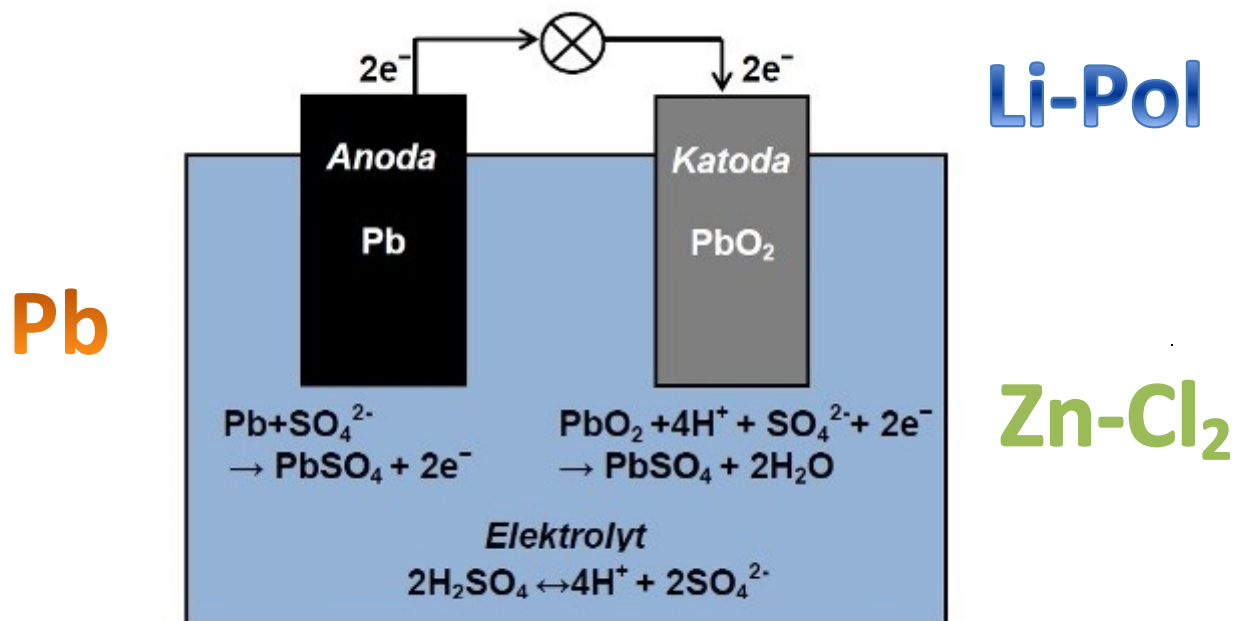


Schéma olověného galvanického článku

Protože jde o akumulátor, probíhají tyto reakce také opačně a článek se nabíjí, připojíme-li ho ke zdroji stejnosměrného elektrického napětí (na nabíječku). Při vybíjení tedy klesá koncentrace elektrolytu a naopak při nabíjení jeho koncentrace roste.

Obdobně fungují i jiné druhy galvanických článků.

**Ni-Cd**

Protože jednotlivé galvanické články vytvářejí napětí řádově v desetinách voltů nebo v jednotlivých voltech, spojují se sériově do baterií. Hodnota napětí baterie je pak dána součtem hodnot napětí propojených galvanických článků. Například plochá baterie obsahuje tři suché články, běžný 12V automobilový akumulátor („autobaterie“) obsahuje 6 akumulátorových článků s kapalným elektrolytem.

**Ni-Zn**

**Li-Ion**

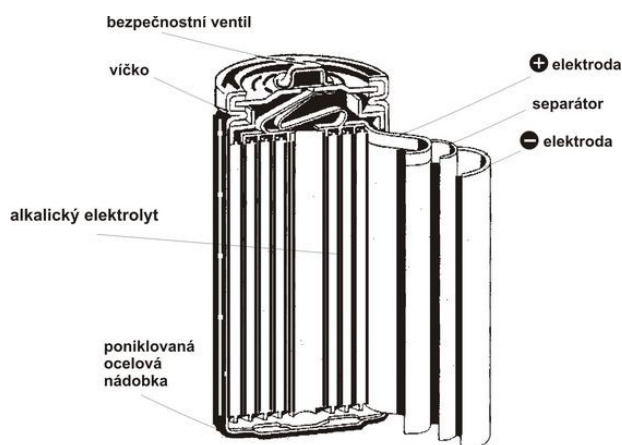
Kromě charakteru galvanického článku (primární nebo sekundární) a elektrického napětí se u galvanických článků sledují z hlediska jejich praktického využití i mnohé další parametry a vlastnosti, například:

- měrná energie – podíl kapacity uložené energie a hmotnosti článku,
- hustota energie – podíl kapacity uložené energie a objemu článku,
- míra samovybíjení – u primárních článků určuje dobu skladovatelnosti,
- elektrický výkon – množství energie, které je článek schopen dodat za jednotku času,
- vnitřní odpor – velikost odporu článku při průchodu elektrického proudu,
- nabíjecí proud a nabíjecí doba – pro akumulátory,
- účinnost – podíl vydané a dodané energie u akumulátorů,
- počet cyklů nabití/vybití akumulátoru do konce životnosti,
- bezpečnost a přátelskost vůči životnímu prostředí s ohledem na obsažené chemické látky.

Pro běžné porovnání kapacity různých baterií je důležitý zejména ukazatel hustoty energie vzhledem k tomu, že jejich rozměry, a tedy objem, jsou standardizované. Významným parametrem je pochopitelně také cena.

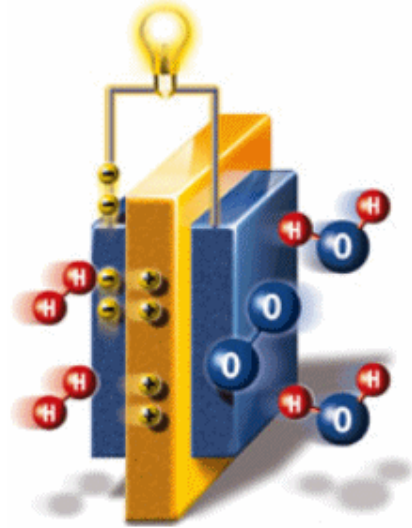
Mezi nejznámější typy baterií s primárními články (tedy nedobíjecích) patří zinko-uhlíková baterie, alkalická baterie nebo lithiová baterie. Zinko-uhlíková baterie představuje nejběžnější a nejlevnější typ. Kvalitnějším typem s dvojnásobnou hustotou energie je alkalická baterie. Oba tyto typy mají zinkovou anodu a katodu z oxidu manganičitého (burelu). Liší se elektrolytem – v prvním případě je jím chlorid amonný, ve druhém hydroxid draselný. Baterie s dlouhou životností o nejrůznějších velikostech a tvarech jsou lithiové – mají lithiovou anodu, katodu z oxidu manganičitého a elektrolytem je organický roztok lithiových solí. Lithiová baterie má oproti zinko-uhlíkové baterii více než čtyřnásobnou hustotu energie.

Mezi nejznámější typy akumulátorů, tedy baterií se sekundárními články, patří (kromě již zmíněného olověného akumulátoru) například nikel-kadmiový akumulátor, který má kadmiovou anodu, katoda je z oxidu-hydroxidu niklitého a elektrolytem je hydroxid draselný. Tento typ představuje nejběžnější dobíjecí baterii. Problémem je jeho malá kapacita a jedovaté kadmium. Má nejrůznější použití, od dobíjecí tužkové baterie po pohon elektromobilů nebo hybridních lokomotiv. Oproti olověnému akumulátoru má nikel-kadmiový akumulátor srovnatelnou měrnou energii, ale až o polovinu větší hustotu energie.



V praxi se často setkáme také s lithium-iontovým akumulátorem. Materiálem anody je lithium vázané v grafitu, katoda je z oxidu lithio-kobaltitého a elektrolyt tvoří lithiové soli v organickém rozpouštědle. Tento typ baterie má velmi široké použití – od drobné spotřební elektroniky po pohon elektromobilů – díky své dlouhé životnosti a vysoké kapacitě při malém objemu a hmotnosti (šestinásobná měrná energie a více než pětinasobná hustota energie oproti nikl-kadmiovému akumulátoru). Jeho nevýhodou je například vyšší cena a citlivost na okolní teplotu.

Porovnáme-li baterii a palivový článek jako zdroje elektrické energie pro elektromobily (včetně elektrických autobusů nebo nákladních aut), můžeme zjednodušeně říci, že baterie mají oproti palivovým článkům nižší kapacitu (a tedy umožňují kratší dojezd elektromobilu). Jsou však jednodušší, levnější a nevyžadují samostatnou výrobu vodíku a síť vodíkových čerpacích stanic, nicméně vyžadují nabíjecí stanice. Baterie a palivové články se někdy v elektromobilu či elektrobusu doplňují.



## Li-Pol

Lithium-Polymerové články a baterie jsou dnes nejpokročilejší prakticky používanou variantou skladování elektrické energie. Přestože Li-Pol baterie mají oproti všem svým konkurentům hodně výhod a minimum nevýhod, používají se stále jen ve velmi malé míře, proč tomu tak je? Odpověď není nijak zvlášť složitá, je to cena.

Li-Pol články byly vyvinuty jako evoluce klasických Li-Ion akumulátorů. Hlavní výhody Li-Pol akumulátorů je jednoznačně nejvyšší hustota uchovávané energie, tedy nejmenší hmotnost a objem při stejném množství uchovávané elektřiny. Druhou výhodou pak vysoký počet nabíjecích cyklů, výrazně se liší použitím článku, ale střední hodnota se nejčastěji udává kolem 1000 cyklů před poklesem na 60% původní kapacity. Další výhody i nevýhody pak mají lithiové baterie společné, ať už jde o -Ion nebo -Pol technologii. Jsou jimi zejména resistance vůči paměťovému efektu, minimální samovybití, vyšší jmenovité napětí (3,6 V oproti Ni-Cd článkům s 1,2 V) při stejném objemu či kapacitě, navíc jsou výrazně lehčí, což je u mobilních zařízení velice významný ukazatel.

Nevýhodami jsou především relativní obtížnost nabíjení i vybíjení, které si vyžádaly do všech článků vkládat logické obvody (čipy), baterie stárne, tedy pomalu ztrácí kapacitu, ať už je či není používána (projevuje se zhruba po 2 a více letech), vadí jí úplné vybití, které může článek zcela zničit, stejně jako přebití a vysoké teploty, kdy hrozí výbuch nebo vznícení (*slavná ostuda baterií Sony* <sup>[3]</sup>,



*kteřé v několika případech vybuchli, nejméně jednou dokonce v letadle za letu, a Sony stahovalo obrovské počty baterií z nejrůznějších přístrojů. Důvodem bylo ovšem selhání řídicí elektroniky).*

Jak polymerové baterie fungují? Vlastně to jsou jen vylepšené lithio-iontové akumulátory, které těží ze změny elektrolytu. Na Li-Ion akumulátorech se pracuje od 60. let minulého století, nejobvyklejším designem je uhlíková anoda (používají se buď grafitové nebo z „amorfního“ uhlíku, který má proti grafitu oslabenou krystalickou mřížku a lepší vodivé vlastnosti) a katoda z různých kovových solí. Elektrolytem je lithiová sůl v organickém rozpouštědle. Každý článek musí být v pevném a těsném pouzdře, což ovlivňuje tvar vyrobeného akumulátoru. Li-Pol články nerozpouští lithiovou sůl v „ředidle“, ale vážou ho do pevného polymerického kompozitu (obvykle v konzistenci tužšího gelu), nejčastěji na bázi oxidů polyethyenu nebo polyakrylonitrilu. Jednotlivé komponenty se pak „laminují“ na sebe, což umožňuje vytvoření téměř libovolného tvaru. Pro základní krytí článku stačí kovová fólie, ale při výkonově náročném nasazení už může být tepelná roztažnost materiálů natolik rozdílná, že hrozí roztržení, proto jsou pevné obaly stále nutné.

Napětí v Li-Pol člancích se pohybuje od **2,7 V** (vybito) až po cca **4,23 V** (nabito) při poklesu pod **2,5 V** dochází k degradaci článku, obvykle zcela ztratí své schopnosti. Při přebití nad tuto hranici se prudce snižuje životnost, článek se zahřívá a při přílišné teplotě může v krajním případě dojít i ke vznícení či výbuchu.

### Několik základních rad, jak Li-Pol (a principiálně i Li-Ion) baterie používat:

*Články se před použití neformují (nenechte se splésti termínem, formátování opravdu patří jen k disketám a pevným diskům), nesmí se tedy několikrát plně nabít a zcela vybit, to je vhodné pouze pro Ni-Cd a Ni-MH akumulátory, lépe je nechat je ještě před prvním použitím dobít.*

*Články nikdy nenecháváme zcela vybit, pro nejděší životnost je vhodné je dobíjet často, nejlépe pokud mají ještě kolem 40% kapacity. Nemají paměťový efekt, nijak je tím tedy neničíte (na rozdíl od Ni-Cd a Ni-MH akumulátorů).*

*Články nevystavujte vysokým teplotám, zejména u notebooků věnujte pozornost nastavení chlazení – často používaný silent mód nebo notebook uložený v peřinách může znamenat výrazné (a zbytečné) snížení životnosti článku. Při velikých teplotách (např. na okně auta v parném létě) může článek v krajním případě vzplanout či vybuchnout.*

*Počítejte, že za nízkých teplot (obecně pod bodem mrazu) článek ztrácí až 50% své kapacity a časté vystavování těmto teplotám výrazně zkracuje počet pracovních cyklů.*

Jak funguje baterie?

## Literatura:

**[1]** Víte, jak funguje baterie?. *Pro elektrotechniky.cz* [online]. [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/17.php>

**[2]** Obrázky. [online]. 2010 [cit. 2014-01-27]. www: <http://www.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi>

**[3]** ŠTELČÍK, Marek. První člověk zraněn výbuchem baterie Sony. *SvětHardware.cz* [online]. 30.10.2006 [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/prvni-clovek-zranen-vybuchem-baterie-sony/15268>

**[4]** PAVLIS, Jakub. Li-Pol akumulátory: proč se nejpokročilejší technologie neprosazuje?. *Notebook.cz* [online]. 22.6.2011 [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://notebook.cz/clanky/technologie/2011/Li-Pol-akumulatory>